

**Rancang Bangun Sistem Monitoring Proses Pembentukan Pipa  
Tabung 3D *Freeform* Berbasis SCADA**

**Tugas Akhir**

Disusun sebagai salah satu syarat untuk  
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Fauzan Anwar

220441031



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI  
JURUSAN TEKNIK OTOMASI MANUFAKTUR DAN MEKATRONIKA  
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

**2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**

Tugas Akhir yang berjudul:

**Rancang Bangun Sistem Monitoring Proses Pembentukan Pipa  
Tabung 3D *Freeform* Berbasis SCADA**

Oleh:

Fauzan Anwar  
220441031

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program  
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)  
Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 2 Agustus 2024

Disetujui,

Pembimbing I,



**Nur Jamiludin Ramadhan, S.Tr., M.T.**  
NIP 199402272020121005

Pembimbing II,



**Sandy Bhawana Mulia, S.Pd., M.T.**  
NIP 198611052019031009

Disahkan,

Penguji I,



**Ruminto Subekti, S.ST.,  
M.T.**  
NIP 196510141989031002

Penguji II,



**Dr. Noval Lilansa,  
Dipl.Ing(FH), M.T.**  
NIP 197111231995121001

Penguji III,



**Ega Mardovo, S.T.,  
M.Kom.**  
NIP 198612032009121006

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fauzan Anwar  
NIM : 220441031  
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi  
Jenjang Studi : Diploma 4  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : Rancang Bangun Sistem Monitoring Proses Pembentukan Pipa Tabung 3D *Freeform* Berbasis SCADA

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung  
Pada tanggal : 02 – 08 – 2024  
Yang Menyatakan,

(Fauzan Anwar)  
NIM 220441031

## PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fauzan Anwar  
NIM : 220441031  
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi  
Jenjang Studi : Diploma 4  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : Rancang Bangun Sistem Monitoring Proses Pembentukan Pipa Tabung 3D *Freeform* Berbasis SCADA

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaannya berada di bawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung  
Pada tanggal : 02 – 08 – 2024  
Yang Menyatakan,

(Fauzan Anwar)  
NIM 220441031

## ABSTRAK

Pipa logam merupakan elemen struktur di hampir setiap sektor industri, pengaplikasiannya dapat ditemukan di furnitur rumah tangga, konstruksi bangunan, otomotif, saluran minyak dan gas, dan berbagai komponen-komponen lainnya yang menggunakan pipa logam sebagai bahannya. Dalam membentuk pipa agar bentuk pipa sesuai dengan apa yang di inginkan, pembengkokan pipa adalah salah satu proses manufaktur yang paling relevan untuk memproduksi pipa. Dalam pembentukan pipa sangat penting untuk mendapatkan hasil yang presisi dan dimensi bentuk yang akurat. Hal tersebut memerlukan mesin pembentuk pipa yang tepat agar dapat memenuhi persyaratan tersebut. Pengembangan otomatisasi mesin pembentuk pipa menjadi solusi utama untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses pembentukan pipa. Maka pada pengerjaan tugas akhir akan dibangun sistem kendali dan monitoring pada prototipe mesin pembentuk pipa 3D berbasis SCADA, yang di mana prototipe mesin pembentuk dibangun dengan model *freeform*. Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah membuat sistem kendali dan sistem monitoring untuk prototipe mesin pembentuk pipa supaya proses pembentukan pipa mendapatkan hasil pipa menjadi bentuk yang diinginkan, seperti lengkungan, tikungan, atau sudut tertentu secara otomatis. Hasil yang diharapkan akurasi dan kepresisian dari pembentukan pipa mendapat hasil yang baik.

**Kata kunci:** *Freeform*, Monitoring, Pembengkokan Pipa, Sistem Kendali, Node-RED.

## ABSTRACT

*Metal pipes are structural elements in almost every industrial sector, with applications found in household furniture, building construction, automotive, oil and gas pipelines, and various other components that use metal pipes as materials. In shaping pipes to achieve the desired form, pipe bending is one of the most relevant manufacturing processes. It is crucial in pipe formation to achieve precision and accurate dimensional shapes. This requires the appropriate pipe forming machine to meet these requirements. The development of automation in pipe forming machines is the primary solution to enhance efficiency and accuracy in the pipe forming process. Therefore, in this final project, a control and monitoring system will be developed for a 3D pipe forming machine prototype based on SCADA, where the forming machine prototype is built with a freeform model. The goal of this final project is to create a control and monitoring system for the pipe forming machine prototype to ensure that the pipe forming process achieves the desired pipe shape, such as curves, bends, or specific angles, automatically. The expected outcome is good accuracy and precision in the pipe forming results.*

**Keywords:** *Control System, Freeform Bending, Monitoring, Node-RED, Pipe Bending.*

# BAB I PENDAHULUAN

## **I.1 Latar Belakang**

Pesatnya perkembangan mesin manufaktur modern didorong dengan permintaan produksi yang tinggi [1]. Seperti permintaan akan pipa logam yang digunakan sebagai elemen struktur di hampir setiap sektor industri [2], pengaplikasian pipa logam dapat ditemukan di furnitur rumah tangga [3], konstruksi bangunan, otomotif, saluran minyak dan gas, dan berbagai komponen-komponen lainnya yang menggunakan pipa logam sebagai bahannya [4]. Dalam membentuk pipa agar bentuk pipa sesuai dengan apa yang di inginkan, pembengkokan pipa adalah salah satu proses manufaktur yang paling relevan untuk memproduksi pipa [5]. Misalnya dalam industri otomotif, peningkatan kemampuan pembentukan pipa dapat meningkatkan fungsionalitas dan kinerja produk, termasuk kekuatan, kekakuan, daya tahan, dan kekuatan terhadap benturan sekaligus mengurangi biaya sistem karena penggabungan komponen dan pengurangan biaya perakitan seperti proses pengelasan [6].

Dalam pembentukan pipa sangat penting untuk mendapatkan hasil yang presisi dan dimensi bentuk yang akurat. Hal tersebut memerlukan mesin pembentuk pipa yang tepat agar dapat memenuhi persyaratan tersebut. Ada berbagai macam jenis metode paling standar yang digunakan mesin pembentuk pipa, di antaranya *rotary-draw bending*, *press bending* dan *roll bending* [7]. Namun metode tersebut sebagian besar membentuk pipa hanya 2D, belum mampu menerapkan pembentukan pipa 3D. Salah satu metode yang mampu menerapkan pembentukan pipa 3D adalah metode *freeform*, metode ini dianggap sebagai proses inovatif untuk membentuk pipa karena memiliki fleksibilitas yang tinggi dalam proses pembengkokannya [8]. Prinsip kerja metode *freeform* yaitu cetakan atau *die* pembengkok secara aktif digeser oleh dua aktuator motor ke arah X dan Y, Aktuator motor Z mengumpankan pipa ke arah Z disinkronkan dengan sumbu X dan Y dari cetakan pembengkok, dan geometri pembentukan proses pembengkokan ditentukan oleh *offset* cetakan

pembengkok [9]. Dalam sistem tersebut diperlukan pengendali aktuator agar dapat memproses pembentukan pipa secara otomatis.

Pengembangan otomatisasi mesin pembentuk pipa menjadi solusi utama untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses pembentukan pipa. Mesin pembentuk pipa otomatis memberikan kemudahan dalam penggunaan [10], dan meningkatkan produktivitas dalam lingkungan manufaktur [11]. Dibandingkan dengan metode manual yang memerlukan waktu yang lama dan keahlian khusus [10]. Selain itu, proses pembengkokan manual memiliki risiko kecelakaan kerja tinggi, yang mengakibatkan cedera *external* maupun cedera internal pada organ tubuh seperti kelainan *carpal tunnel syndrome* dll [12].

Pada pengerjaan tugas akhir akan dibangun prototipe mesin pembentuk pipa 3D, yang di mana prototipe mesin pembentuk dibangun dengan model *freeform*. Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah membuat sistem kendali dengan sistem monitoring proses berbasis SCADA untuk prototipe mesin pembentuk pipa supaya proses pembentukan pipa mendapatkan hasil pipa menjadi bentuk yang diinginkan, seperti lengkungan, tikungan, atau sudut tertentu secara otomatis, dan dapat dimonitoring prosesnya.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang, ditemukan beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana konstruksi mekanik dan sistem kendali prototipe mesin untuk proses pembentuk pipa *freeform* 3D?
2. Bagaimana implementasi sistem monitoring dan sistem SCADA pada prototipe mesin pembentuk pipa 3D?
3. Bagaimana akurasi dan kepresisian hasil dari pembentukan pipa oleh prototipe mesin pembentuk pipa 3D?

## **I.3 Batasan Masalah**

Berdasarkan permasalahan yang didapatkan, agar dapat dibahas lebih spesifik maka dibentuk beberapa batasan masalah sebagai berikut.

1. Sistem di implementasikan pada prototipe mesin pembentuk pipa.

2. Pipa yang di proses terbuat dari material tembaga yang memiliki diameter luar 3mm, diameter dalam 1,5mm dan panjang 275mm.
3. Pembentukan lengkungan pipa dilakukan bertahap atau satu per satu lengkungan.
4. Sistem antarmuka SCADA dibuat pada *software* Node-RED.

#### **I.4 Tujuan dan Manfaat**

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Membuat konstruksi mekanik dan sistem kendali prototipe mesin pembentuk pipa 3D.
2. Mengimplementasikan sistem monitoring SCADA pada prototipe mesin pembentuk pipa 3D.
3. Menguji tingkat akurasi dan presisi dari hasil proses pembentukan lengkungan pipa pada prototipe mesin pembentuk pipa 3D.

Penelitian ini memberi manfaat berupa kontrol otomatis dan pemantauan *real-time* proses pembentukan pipa pada prototipe mesin pembentuk pipa 3D.

#### **I.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika Karya Tulis Ilmiah Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi hasil pengujian beberapa domain dan pengujian sistem dengan tuntutan yang harus dipenuhi.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan yang diperoleh dari pengerjaan tugas akhir yang telah dilakukan dan saran untuk penelitian ke depannya.